



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

**NÁVRH POSTUPU VÝROBY PRO PŘÍSLUŠENSTVÍ K
AIRSOFTOVÉ ZBRANI**

DESIGN OF THE AIRSOFT WEAPONS ACCESSORY MANUFACTURING PROCESS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Richard Vít

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2018

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie
Student: **Richard Vít**
Studijní program: Strojírenství
Studijní obor: Základy strojního inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**
Akademický rok: 2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Návrh postupu výroby pro příslušenství k airsoftové zbraní

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Určité výrobky se dají doplnit o příslušenství, které rozšiřuje možnosti jejich využití. Výroba dílčí součástky z příslušenství je doložena TPV dokumentací. Konkrétní návrh zohledňuje autorovy zkušenosti.

Cíle bakalářské práce:

- Mechanizmy airsoftových zbraní.
- Používané příslušenství.
- Vytipovaná část z příslušenství, její charakteristika.
- Technologický návrh výroby.
- Technicko–ekonomické zhodnocení.

Seznam doporučené literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

FREIBAUER, Martin, Hana VLÁČILOVÁ a Milena VILÍMKOVÁ. Základy práce v CAD systému SolidWorks. 2. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2010. 326 s. ISBN 978-80-251-2504-5.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. Brno: CERM, s. r. o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

KOCMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 2. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2005. 272 s. ISBN 80-214-3068-0.

Kolektiv autorů. Speciální technika, 1. díl. Brno: GŘT ZVS Brno, 1976. 543 s. ISBN 59-154-75.

MÁDL, Jan et al. Jakost obráběných povrchů. Ústí nad Labem: UJEP, 2003. 180 s. ISBN 80-704-639-4.

PERNIKÁŘ, Jiří a Miroslav TYKAL. Strojírenská metrologie II. Brno: CERM, s. r. o., 2006. 180 s. ISBN 80-214-3338-8.

Příručka obrábění, kniha pro praktiky. Praha: Sandvik CZ, s. r. o. a Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a Jiří DVOŘÁČEK. Základy konstruování. 5. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2013. 236 s. ISBN 978-80-7204-839-7.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Airsoft patří mezi oblíbené bojové sporty. V první části je proveden teoretický rozbor k dané problematice, týkající se seznámení se s Airsoftem, mechanismem jeho zbraní a s možným příslušenstvím airsoftových zbraní. Práce je následně zaměřena na držák na upínací lištu k připevnění baterky či laseru na zbraň. Další část práce se věnuje technologickému postupu výroby tohoto příslušenství. Na základě technologického postupu bylo vypracováno technicko-ekonomické zhodnocení výroby této součástky ze dvou rozdílných materiálů, oceli s označením S235JR a jakostní ušlechtilá ocel C45.

Klíčová slova:

Airsoft, příslušenství k airsoftové zbraní, technologický postup

ABSTRACT

Airsoft is popular fight sport. First part of this thesis describes theoretical foundation to this area, introduction to Airsoft, Airsoft gun mechanisms and possible accessories. Following chapters discuss design of holder for flashlight or laser compatible with mounting rail. Next part defines technological process for manufacturing this holder. Based on defined technological process technical and economical aspect were considered and calculated for two different materials - steel S235JR and high quality steel C45.

Keywords:

Airsoft, Airsoft gun accessories, technological proces

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

VÍT, Richard. *Návrh postupu výroby pro příslušenství k airsoftové zbraní*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/117024>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. Vedoucí práce Milan Kalivoda.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná. Ve své práci jsem neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně 25.5.2019

.....
(Podpis autora)

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu mé práce Ing. Milanu Kalivodovi za odborné vedení a cenné rady.

OBSAH

1	Airsoft.....	11
2	Airsoftové zbraně a jejich mechanismy	12
2.1	Manuální airsoftové zbraně	12
2.2	Elektrické airsoftové zbraně.....	12
2.3	Plynové airsoftové zbraně	14
3	Používané příslušenství k airsoftovým zbraním	15
3.1	Upínací lišta	15
3.1.1	Picatinny / NATO	15
3.1.2	Weaver	16
3.1.3	Dovetail	16
3.2	Bipod	17
3.3	Tlumič	17
3.4	Laser a kolimátor	18
3.5	Granátometry	18
4	Zaměření na vytipovanou součást	19
4.1	Popis vyráběných součástí	19
4.2	Vztahy pro řezné podmínky	20
5	Technologický postup výroby	24
5.1	Příprava polotovarů pro výrobu	24
5.1.1	Řezání polotovaru	25
5.1.2	Frézování polotovarů.....	26
5.2	Výroba držáku baterky	29
5.2.1	Frézování půlkruhové drážky	30
5.2.2	Rohové frézování.....	31
5.2.3	Frézování obdélníkové drážky	32
5.2.4	Frézování zkosení	33
5.2.5	Vrtání	34
5.3	Výroba pojistky baterky	35
5.3.1	Rohové frézování.....	35
5.3.2	Frézování půlkruhové drážky	36
5.3.3	Vrtání.....	37
5.4	Výroba upínače lišt	38
5.4.1	Frézování úhlové drážky	39
5.4.2	Frézování obdélníkové drážky	40
5.4.3	Vrtání	41

5.5	Povrchové úpravy.....	41
5.5.1	Omílaní.....	41
5.5.2	Lakování.....	41
6	Technicko-ekonomické zhodnocení.....	42
6.1	Odebraný materiál při frézování.....	42
6.2	Výpočet délky tyče.....	42
	Diskuse.....	43
	Závěr.....	44
	Seznam použitých zdrojů.....	45
	Seznam použitých symbolů.....	47
	Seznam použitých zkratk.....	48
	Seznam použitých Příloh.....	49

Současná doba je známá tím, že si lidé hledají stále nové zájmy, kterými by zaplnili svůj volný čas. Jedním z vyhledávaných zájmů je i bojový sport nazývaný airsoft. Své příznivce si našel především mezi mužskou populací.

Jedná se o sport, který spojuje zálibu mužské populace ve zbraních a v akčních či válečných filmech. Airsoftové zbraně jsou realistickými maketami skutečných zbraní, které používají profesionální vojáci. Příznivci airsoftu mohou při hře propojit své taktické schopnosti a vcítit se do pocitů profesionálního vojáka, aniž by ke zbraní potřebovali zbrojní průkaz.

Není žádným překvapením, že si airsoft našel své příznivce po celém světě. S narůstajícím počtem nadšenců do tohoto sportu vzrostl i tlak na výrobce airsoftových zbraní s požadavky na vzhled zbraně, ale i na její další vylepšení a doplňky.

Na českém trhu najdeme velké množství e-shopů zaměřených na airsoftové zbraně a jejich příslušenství. Příslušenství se na zbraně přidává pomocí upínací lišty, která umožňuje snadné přidání či rychlou výměnu příslušenství.

Airsoft se však nevyvíjí pouze na úrovni zbraní a jejich příslušenství, ale vyvíjí se i hra jako taková. Od typu hry všichni proti všem, dva týmy proti sobě, hru ve dne, v noci či v uzavřené budově. Při nočních hrách hráči airsoftu využívají baterek pro lepší orientaci a z tohoto důvodu jsem se rozhodl pro návrh příslušenství k airsoftové zbraní, které bude sloužit k jejímu upevnění.

Práci je možné rozdělit do tří okruhů. V prvním z nich máme možnost se krátce seznámit s historií airsoftu, mechanismy airsoftových zbraní a s příslušenstvím, které je možné na zbraň přidat.

Druhý okruh je zaměřen na samotné příslušenství, držák baterky a volně tak navazuje k hlavnímu cíli práce, technologickému postupu výroby tohoto příslušenství. Na výrobu tohoto držáku je možné použít dva typy materiálů ocel s označením S235JR nebo jakostní ušlechtilou ocel C45.

Technologický postup je vypracován pro oba možné materiály a poslední okruh této práce porovnává tuto výrobu z pohledu technicko-ekonomického zhodnocení.

1 AIRSOFT

Airsoft patří mezi moderní bojové sporty. Hlavní princip tohoto sportu stojí na zbraní a samotném boji s hlavním cílem zasáhnout protivníka plastovým projektilem z propracované makety střelné zbraně. Jedná se tedy o sport, ke kterému je potřeba jen zbraň, munice a ochranné brýle [1].

Airsoft začal vznikat v 60. letech v Japonsku jako odpověď na přísnou politiku v oblasti držení střelných zbraní. K dostání byly původně pouze repliky, které neuměly střílet. Zvyšující se poptávka po maketách a tlak na jejich stále větší propracovanost měly za následek vznik první zbraně střílející plastové kuličky pomocí stlačeného vzduchu, tedy střelbu na principu vzduchovky [1].

Propracovanější modely a možnost střelby z těchto maket rozšířily airsoft za hranice Japonska. První vlna zasáhla ostatní asijské státy a následně i Evropu a do Spojené státy americké. Do České republiky se airsoft dostal až v 90. letech minulého století [2].

Airsoftové zbraně se postupně vyvíjely od manuálních zbraní, přes elektrické a plynové zbraně. Přestože zbraně mají svůj vývoj, u munice tento trend zaznamenán není. Už začátkem 80. let minulého století se u většiny zbraní začaly používat plastové 6mm kuličky a jejich obliba přetrvávala. Munice o velikosti 6 mm a váze 0,2 gramů se tak stala nepsaným standardem pro airsoftové kuličky [2, 3].

2 AIRSOFTOVÉ ZBRANĚ A JEJICH MECHANIZMY

Airsoftové zbraně využívají principu tlaku plynů k výstřelu kuličky. Manuální a elektrické zbraně využívají vzduch, který je hnaný pružinou, stlačený pístem. Plynové zbraně využívají jako hnací sílu speciální plyny. Už z označení kategorie zbraní vyplývá, že manuální zbraně je potřeba natáhnout, zatímco elektrické zbraně v sobě mají elektromotor napájený akumulátorem, který umožňuje automatické nabíjení. Z důvodu jednoduchosti použití volí hráči častěji elektrické zbraně oproti zbraním manuálním [3].

Airsoftové zbraně jsou po konstrukční stránce rozděleny do tří kategorií:

- manuální zbraně – označované zkratkou ASG,
- elektrické zbraně – označované zkratkou AEG,
- plynové zbraně – označovány podle použitého plynu: AGCO₂ s plynem CO₂ a zbraně s ekonomickým plynem Green Gas označované zkratkou GAS [4].

2.1 Manuální airsoftové zbraně

Manuální airsoftové zbraně stály na počátku vývoje airsoftových zbraní. Principiálně jsou totožné s fungováním klasické vzduchovky.

Před každým výstřelem musí střelec zbraň natáhnout pomocí natahovací páky (obr. 1) nebo závěru. Natažení posune píst ve válci do zadní polohy. Stisknutí spouště odjistí píst, který je následně tlačén pružinou. Píst stlačí vzduch ve válci a unikne přes úzkou trysku do komory zbraně, ve které předá energii kuličce [1].



Obr. 1 Manuální airsoftová zbraň [5].

Manuální airsoftové zbraně jsou vyhledávané především pro jejich nízkou cenu, spolehlivost a snadnou údržbu. Nevýhodou tohoto typu airsoftové zbraně je vynaložení dostatečné síly pro natažení závěru či natahovací páky [1].

2.2 Elektrické airsoftové zbraně

První elektrické airsoftové zbraně byly vyrobeny v 90. letech minulého století v Japonsku a přispěly k jeho rozšíření do dalších částí světa. Jejich princip je obdobný jako u manuálních airsoftových zbraní, ale je uživatelsky jednodušší.

Elektrické airsoftové zbraně není potřeba natahovat. Princip manuálního natažení pístu zde zastane elektromotorek, napájený NiCd akumulátorem, který se nachází uvnitř pažby či v předpažbí zbraně. Elektrická energie se přemění v elektromotorku na mechanickou a přes ozubené soukolí a hřeben je převedena na píst, který stlačí pružinu (obr. 2) a stejným mechanismem jako u manuální zbraně předá stlačený vzduch energii kuličky, která je vystřelena z hlavně [1, 6].



Obr. 2 Elektrická airsoftová zbraň [6].

Elektrickou zbraň lze rozdělit na několik částí: mecha-box a motorek (obr. 3), HOP-UP systém (slouží pro seřízení střely a zvýšení dostřelu zbraně), hlaveň (ovlivňuje přesnost střelby), elektroinstalace, obal a zásobník [6].

Elektrické zbraně jsou uživatelsky méně náročné na použití, nejsou náročné na údržbu a díky automatickému natažení pístu umožňují tyto zbraně plně automatickou střelbu a střelbu s omezenou dávkou [1].

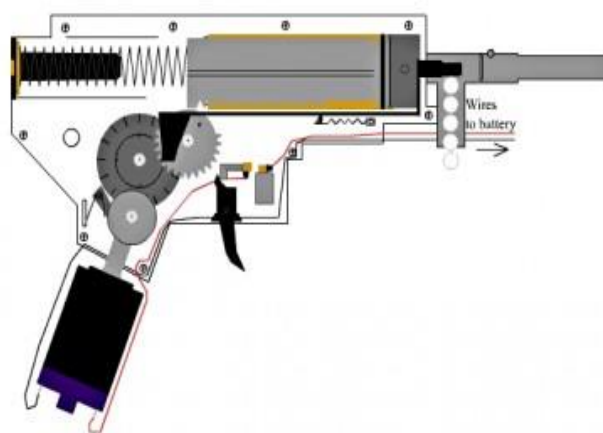


Schéma Mechaboxu

Obr. 3 Mechabox elektrické airsoftové zbraně [6].

2.3 Plynové airsoftové zbraně

Jak už samotný název napovídá je tento typ poháněný stlačenými plyny. Obvykle se používají plyny na bázi propanu a jeho příměsí. Směs je známa také pod názvem Green Gas, anebo CO_2 . Plyn bývá v menších lahvích či plynových bombičkách (obr. 4) a následně je přepouštěn do nádržky ve zbraní, ze které přechází do komory zbraně a jeho tlak předává energii kuličce [1].



Obr. 4 Bombičky CO_2 [7].

Plynové airsoftové zbraně nejsou doporučovány začátečníkům, jelikož jsou náročnější na údržbu a jsou náchylné na teplotě (nízké teploty či kolísání teplot). Na druhou stranu jsou vyhledávané pro jejich větší realistický požitek ze střelby. A některé mají dokonce i zpětný ráz jaký mají skutečné zbraně, který více realistický požitek ještě umocňuje [1].

3 POUŽÍVANÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ K AIRSOFTOVÝM ZBRANÍM

S růstem oblíbenosti airsoftových zbraní rostla i poptávka po jejich vylepšení nejen v oblasti principů fungování zbraní, ale i praktického použití či pouze designového vylepšení.

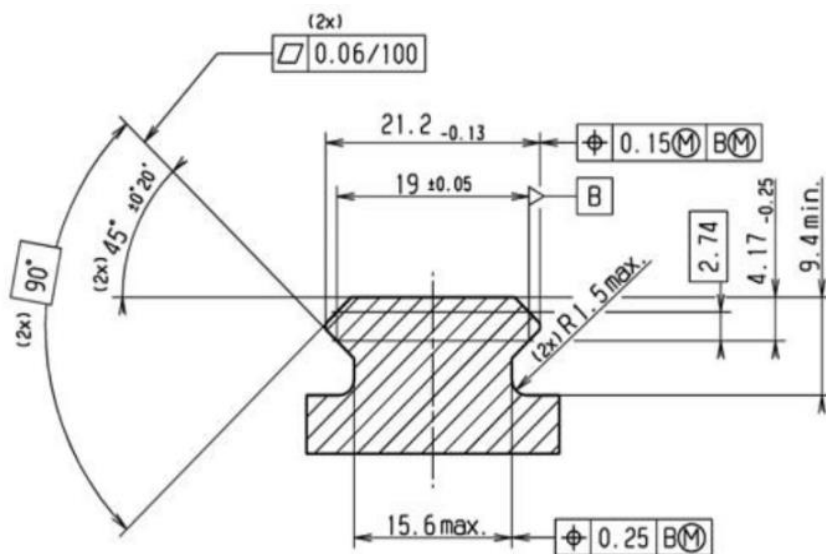
Z tohoto důvodu výrobci přišli s možností vylepšit si airsoftovou zbraň o doplňky typu bipodů, tlumičů, granátometů, optiky či kolimátorů, baterky, laseru či jen poutek. Na stránkách e-shopů zaměřených na airsoft je nepřeberné množství těchto doplňků vyrobených z plastu či z vybraného kovu.

3.1 Upínací lišta

Vybrané z výše uvedených doplňků lze přidat na airsoftovou zbraň pomocí upínací lišty. Mezi upínacími lištami je oblíbená tzv. rail lišta, která umožňuje snadné a rychlé uchycení vybraného doplňku. Na trhu existuje několik typů upínacích lišt. Jednotlivé upínací lišty se od sebe liší tvarem a způsobem upnutí. Mezi základní upínací lišty patří picatinny/NATO, weaver nebo dovetail.

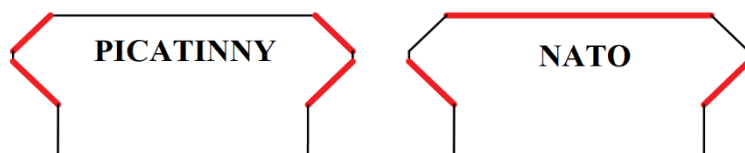
3.1.1 Picatinny / NATO

První z představených typů upínacích lišt je lišta Picatinny. Picatinny lišta byla vynalezena roku 1992 v New Jersey jako standardizovaná upínací lišta pro armádu Spojených států Amerických. V roce 2009 byl zaveden nový standard v podobě lišty STANAG 4694 NATO, známe též jako NATO lišta. NATO lišta vychází z její předchůdkyně Picatinny lišty. Byly změněny rozměry, definované v metrických mírách (obr. 6), a bylo stanoveno sevření montáže i horní plochu railu. Následující obrázek (obr. 5) znázorňuje rozdíl mezi upínacími lištami a úpravu hlavních upínacích ploch [8].



Obr. 5 Schéma NATO lišty v metrických mírách podle [8].

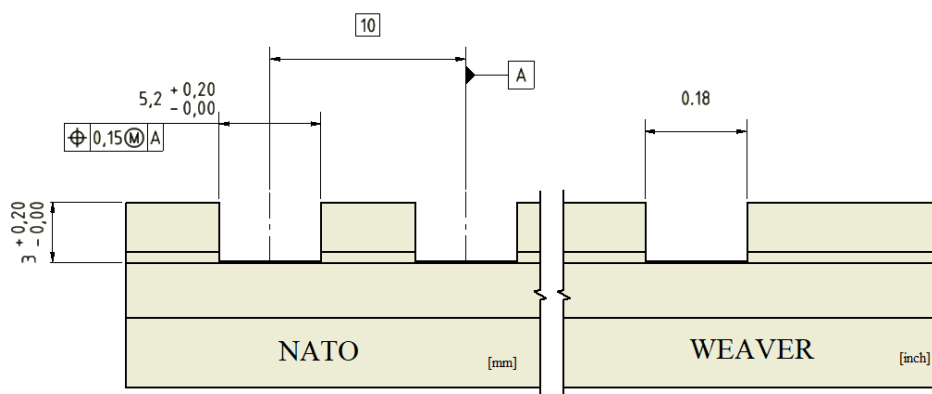
Hlavní výhodou těchto typů lišt jsou jejich standardizované rozměry. Výrobci jednotlivých doplňků se přiklání k výrobě doplňků, které odpovídají právě této standardizaci. Novější standard lišty, NATO lišta, má ještě výhodu upnutí oproti své předchůdkyni [8].



Obr. 6 Schéma hlavních upínacích ploch podle [8].

3.1.2 Weaver

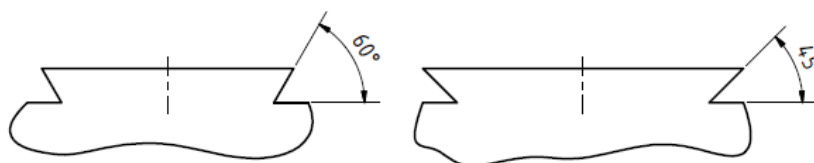
Průkopníkem na trhu s upínacími lištami byla lišta Weaver. Ta se od lišty NATO liší v podélných (závěrných) slotů, které jsou na liště umístěny dle příslušenství (viz. Obr.6). Její nevýhodou je nepravidelnost slotů a doplněk či příslušenství nemůže být tedy namontováno kdekoliv po její délce. Tento handicap byl vyřešen u upínací lišty NATO. Další její nevýhodou je nemožnost upevnit příslušenství, které je vyrobeno dle standardů Picatinny či NATO, v opačném případě to možné je. Nejčastější využití lišty Weaver je k upnutí puškohledů a kolimátorů. [8]



Obr. 7 Schéma podélných slotů NATO a Weaver lišty podle [8].

3.1.3 Dovetail

Výrazná změna tvaru lišty je u typu Dovetail (obr. 7). Tento typ lišty se vyrábí v různých velikostech, které jsou závislé na výrobci. V Evropě je nejčastěji vyráběna o šířce 11 mm. Na trhu je možné setkat se i s lištou Varšavské smlouvy. Tato lišta Dovetail lišta má šířku 14 mm a vyrábí se především pro zbraň AK-47, na kterou se montuje z boku pušky. Tvar a šířka upevňovací Dovetail lišty má svoji výhodu ve spojení s puškami, které mají malý zpětný ráz. Na druhou stranu širší základna u upínacích lišt NATO či Weaver umožňují stabilnější platformu pro montáž mířidel, které jsou oblíbené u vzduchovek. Nevýhodou Dovetail lišty je široká škála rozměrů a není možné kombinovat příslušenství jako u standardizovaných upínacích lišt [8].



Obr. 8 Schéma změny tvaru u Dovetail lišty podle [8].

3.2 Bipod

S vývojem airsoftových zbraní a samotných taktik hry přišly na trh i bipody. Bipody (obr. 8), známé také pod názvem nožky, slouží jako stabilní opěra při střelbě a pomáhají k přesnější střelbě.

Výrobci nabízejí dvojnožky s odskokem či bez odskoků, s klouby či bez kloubů. Na trhu se nejčastěji setkáme s typem bipodu, takzvanou dvojnožkou. Dvojnožka se ke zbrani připevňuje pomocí speciálního systému, který se upevňuje na šroub, jež slouží pro uchycení nosného řemene, nebo pomocí svorky na rail liště. Bipody jsou vyráběny z kovu či z plastu. Podle typu použitého materiálu se následně odvíjí i jejich cenová relace [9].



Obr. 9 Bipod [10].

3.3 Tlumič

Tlumič (obr. 6) patří k doplňkům, u kterých převládá design nad praktičností. Někteří hráči ho používají pro taktiku, aby protivník nezjistil jejich pozici a hráč získal výhodu se efektivně ukrýt. Mezi hráči se najdou i takoví, kteří využívají tlumič pro prodloužení hlavně, což jim zlepší dostřel a přesnost střelby. Tlumiče mohou mít kompenzátor neboli také tlumič plamene, který slouží pro snadnou montáž tlumiče [11].



Obr. 10 Tlumič k airsoftové zbrani [12].

3.4 Laser a kolimátor

Laserový zaměřovač pomáhá hráči světelným paprskem, kterým namíří na protihráče. Jeho nevýhoda spočívá v tom, že protihráč a jeho tým vidí, že na něj někdo míří. Z tohoto důvodu přišli výrobci doplňků k airsoftovým zbraním na trh s kolimátorem. Stejně jako u zbraní i u doplňků se výrobci inspirovali skutečnými zbraněmi a doplňky, které se používají v armádě. Kolimátorový zaměřovač zobrazuje bod pouze na předním sklíčku a oproti laseru není vidět na cíli. Kolimátory jsou podobné puškohledům a dělí se na otevřené a uzavřené [9].

Taktické svítilny s LED diodami slouží pro lepší orientaci při hře v šeru nebo ve tmě. Mohou být vyráběny samostatně na připevnění přes upínací lištu nebo jako součást předpažbí. Do kategorie laseru a kolimátoru jsou zařazeny z toho důvodu, že mohou být vzájemně propojeny. Profesionální svítilna může mít v sobě například: svítilnu, laser, modrou svítilnu a IR světlo [12].

3.5 Granátomety

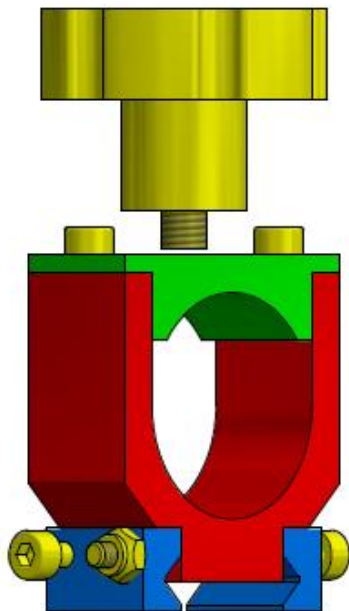
Posledním představeným doplňkem je granátomet, který se používá pro zvýšení palebné síly na krátké či střední vzdálenosti. Některé granátomety dokáží vymrstit okolo 100 kuliček do vzdálenosti asi 15 metrů. Mohou být využívány jako samostatná zbraň nebo jako doplněk ke zbraní [9].

4 ZAMĚŘENÍ NA VYTIPOVANOU SOUČÁST

Vybraná součást slouží k uchopení baterky na zbraň. Baterka je umístěna v součásti pod výrobním označením držák baterky. V držáku baterky je vyfrézována půlkruhová drážka s poloměrem 12,7 mm, což odpovídá asi polovině délky palce. Většina prodávaného příslušenství k airsoftovým zbraním je vyráběna o průměru jednoho palce, proto byla zvolena drážka o tomto poloměru. Proti pohybu baterky v držáku slouží výrobek s výrobním označením Pojistka baterky. Pohybu brání ruční utahovací hvězdicové kolečko se šroubem, jehož základní parametry jsou uvedeny v příloze 1. Spoj mezi pojistkou a držákem zajišťují dva šrouby. Základní parametry šroubů jsou uvedeny v příloze 1. K upnutí držáku k upínací liště slouží obdélníková drážka, jejíž rozměry korespondují s velikostí podélných slotů u NATO lišty. Výrobek zajišťující polohu držáku na upínací liště je znám pod výrobním označením upínač lišty. Tento upínač lišty dále splňuje požadavky k upnutí lišty pomocí úhlové drážky. Spojení mezi držákem a upínací je zajištěno pomocí dvou šroubů s pojistnými maticemi. Byly zvoleny šrouby a matice, jejichž základní parametry jsou uvedeny v příloze 2.

4.1 Popis vyráběných součástí

K vyrobení celé sestavy (obr.11) je potřeba vyrobit dva upínače lišt (modré součásti). K uchycení baterky je potřeba vyrobit držák baterky (červená součást) a pojistku baterky (zelená součást). Tyto součásti budou vyrobeny na frézce se svislým vřetenem a na frézce s vodorovným vřetenem. K jejich výrobě byly použity nástroje z rychlořezné oceli. Žluté součásti na obrázku jsou šrouby, matice a utahovací kolečko. Tento spojovací materiál se vyrábět nebude pouze se zkrátí jeho délka pomocí ruční pily na kov.



Obr. 11 Barevné schéma sestavy

4.2 Vztahy pro řezné podmínky

K výpočtům řezných podmínek pro frézování byly použity následující vztahy. Pro výpočet otáček nástroje vycházíme z následujícího vztahu (1.1) [13]:

$$n = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot D} \quad [\text{min}^{-1}] \quad (1.1)$$

kde:

n ... počet otáček [min^{-1}]

v_c ... zadaná řezná rychlost [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]

D ... průměr kotouče [mm].

Pro zvolené otáčky na stroji se výsledná řezná rychlost počítá pomocí vztahu (1.2) [13]:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad [\text{m} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.2)$$

kde:

v_c ... řezná rychlost pro určený počet otáček [$\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$]

D ... průměr kotouče [mm]

n ... počet otáček [min^{-1}].

Výpočet rychlosti posuvu vychází ze vztahu (1.3) [13]:

$$v_f = f_z \cdot z \cdot n \quad [\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.3)$$

kde:

v_f ... rychlost posuvu [$\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$]

f_z ... posuv na zub [mm]

z ... počet zubů [-]

n ... počet otáček kotouče [min^{-1}]

Pro zvolenou rychlost posuvu na stroji vychází výpočet výsledného posuvu na zub podle vztahu (1.4) [13]:

$$f_z = \frac{v_f}{z \cdot n} \quad [\text{mm}] \quad (1.2)$$

kde:

f_z ... posuv na zub [mm]

v_f ... rychlost posuvu [mm.min⁻¹]

z ...počet zubů [-]

n ...počet otáček kotouče [min⁻¹]

Pro výpočet rychlosti úběru kovu byl použit vztah (1.5) [14]:

$$Q = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f}{1000} \quad [\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}] \quad (1.5)$$

kde:

Q ...rychlost úběru kovu [cm³.min⁻¹]

a_e ...radiální hloubka řezu [mm]

a_p ...axiální hloubka řezu [mm]

v_f ...posuv stolu [mm.min⁻¹].

K výpočtu měrné řezné síly byly použity údaje od firmy Sandvik Coromant Czech Republic. V tabulce 1.1 jsou zapsány základní údaje o materiálu, výpočet dle vztahu (1.6) [14]:

Tab. 1.1 Vstupní parametry materiálu.

Název	k_{c1} [N/mm ²]	m_c [-]	Rm [MPa]	Re [MPa]
S235JR	1500	0,25	360-510	235
C45	1700	0,25	700-850	490

$$k_c = k_{c1} \cdot (f_z \cdot \sin \kappa_r)^{-m_c} \cdot \left(1 - \frac{\gamma_0}{100}\right) \quad [\text{N} \cdot \text{mm}^{-2}] \quad (1.6)$$

kde:

k_c ...měrná řezná síla [N.mm⁻²]

k_{c1} ...specifická řezná síla [N.mm⁻²]

m_c ...koeficient zakřivení křivky specifické řezné síly [-]

f_z ... průměrná tloušťka třísky [mm]

κ_r ...úhel nastavení [°]

γ_0 ...úhel čela [°].

K výpočtu užitečného výkonu byla použita hodnota účinnosti 75% pro největší rozdíl ve výsledcích.

Pro výpočet byl použit následující vztah (1.7) [14]:

$$P_c = \frac{a_e \cdot a_p \cdot v_f \cdot k_c}{6 \cdot 10^7 \cdot \eta} \quad [\text{kW}] \quad (1.7)$$

kde:

P_c ...užitečný výkon [kW]

a_e ...radiální hloubka řezu [mm]

a_p ...axiální hloubka řezu [mm]

v_f ...posuv stolu [mm.min⁻¹].

k_c ...měrná řezná síla [N.mm⁻²]

η ...účinnost [%].

Výpočet strojního času pro frézování vychází ze vztahu (1.8) [15].

$$t_s = \frac{L_c}{v_f} = \frac{L_n + L + L_p}{v_f} \quad [\text{min}] \quad (1.8)$$

kde:

t_s ...Strojní čas[s]

L_c ...Celková pracovní vzdálenost [mm]

v_f ...Rychlost posuvu[mm.min⁻¹]

L ...Pracovní délka[mm]

L_n ...Délka náběhu [mm]

L_p ...Délka přeběhu[mm]

Výpočet rychlosti penetrace při vrtání vychází ze vztahu (1.9) [14]:

$$v_p = f_n \cdot n \quad [\text{mm.min}^{-1}] \quad (1.9)$$

kde:

v_p ...rychlost penetrace [mm.min⁻¹]

f_n ...posuv na otáčku[mm]

n ...počet otáček kotouče [min⁻¹]

Výpočet rychlosti penetrace při vrtání vychází ze vztahu (1.10) [14]:

$$f_n = \frac{v_p}{n} \quad [\text{mm}] \quad (1.10)$$

kde:

v_p ...rychlost penetrace [mm.min⁻¹]

f_n ...posuv na otáčku[mm]

n ...počet otáček [min⁻¹]

Výpočet strojního času při vrtání vychází ze vztahu (1.11).

$$t_s = \frac{L_c}{v_p} = \frac{L_n + L + L_p}{v_p} \quad [\text{min}] \quad (1.11)$$

kde:

t_s ...Strojní čas[s]

L_c ...Celková pracovní vzdálenost [mm]

v_p ...Rychlost penetrace[mm.min⁻¹]

L ...Pracovní délka[mm]

L_n ...Délka náběhu [mm]

L_p ...Délka přeběhu[mm]

Pro geometrickou posloupnost převodového poměru byl použit následující vztah (1.10) a dále platí vztah (1.11) [16]:

$$\lambda = \sqrt[x-1]{\frac{n_x}{n_1}} \quad [-] \quad (1.10)$$

$$n_x = n_1 \cdot \lambda^{x-1} \quad [\text{min}^{-1}] \quad (1.11)$$

kde:

n_x ...otáčky x-tého převodového stupně[min⁻¹]

n_1 ... otáčky prvního převodového stupně [min⁻¹]

λ ...kvocient převodového poměru [-]

x ...počet stupňů převodu [-]

5 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY

Pro výrobu upínačů lišty a držáků baterky je možné použít dva druhy polotovarů, jež se liší druhem použitého materiálu. První polotovar je čtvercová tyč o průměru 35 mm pro výrobu držáku baterky. Dalšími polotovary jsou ploché tyče o rozměrech 10x8 mm a 35x10 mm. Tyto polotovary jsou vyrobeny z oceli s označením S235JR, dříve označené jako 11373. Jedná se o běžnou ocel třídy 11, která zaručuje vyšší stupeň jakosti, protože se dodává pouze jako uklidněná ocel. Alternativou je polotovar vyrobený z materiálu s označením C45, který je zařazen pod jakostní ušlechtilé ocele. Je to ekvivalent oceli s označením 12050 [17].

K dělení dlouhých tyčí na polotovary byla zvolena kotoučová pila s označením 250 FEROX od firmy PEGAS-GONDA s.r.o. základní parametry jsou uvedeny v příloze 4. Zbytek výrobního procesu, při kterém bude použito čelní nebo válcové frézování byla zvolena frézka od firmy TOS OLOMOUS s.r.o. s označením FGV 32 (obr.12). Jedná se o produkční frézku se svislým vřetenem. Frézka je schopná uskutečnit široký rozsah frézovacích a vrtacích operací na obrobkách, a to v kusové i sériové výrobě. Rozsah otáček vřetena a pracovních posuvů umožňuje obrábění nejrozličnějších druhů materiálů. Základní parametry frézky jsou uvedeny v příloze 5. Vypočtené otáčky podle vztahu (1.10) na jednotlivé stupně převodů jsou uvedeny v tabulce 1.2 Pro vrtání a řezání závitu byla zvolena sloupová vrtačka od firmy TST Servis a.s. s označením VS 40-420 CASTOR. Základní parametry jsou uvedeny v příloze 6. Vypočtené otáčky na stupeň převodu jsou uvedeny v tabulce 2.1 [18,19].

Tab. 1.2 Vypočtené nastavitelné otáčky.

Stupeň	Nastavitelné otáčky na frézce	Nastavitelné otáčky na vrtačce
1.	31,5	56
2.	44,5	80
3.	63	114
4.	88,5	163
5.	125	232
6.	177	331
7.	249,5	473
8.	352,5	675
9.	497,5	963
10.	702,5	1374
11.	991,5	1962
12.	1400	2800

5.1 Příprava polotovarů pro výrobu

Na této kotoučové pile probíhá dělení materiálu za pomoci dělicího pilového kotouče na kov. Další možnosti dělení materiálu by probíhaly pomocí pásové pily, řezáním kyslíkem, plasmou, vodním paprskem nebo laserem. Po řezání pilovým kotoučem je nutné odebrat materiál na konečné rozměry polotovaru. Další příprava polotovaru spočívá v odebrání materiálu ze všech stran obrobku a následném dokončení k dosažení požadované jakosti povrchu. Pro tento proces byla vybrána nástrčná čelní válcová fréza s katalogovým označením 680275V (obr.12) od výrobce ZPS – Frézovací nástroje a.s. [18].



Obr. 12 Nástrčná čelní válcová fréza 680275V [19].

Tab. 1.3 Doporučené parametry frézy.

Nástroj	D [mm]	z [-]	v_c S235JR [m/min ⁻¹]	f_z S235JR [mm/min]	v_c C45 [m/min ⁻¹]	f_z C45 [mm/min]	γ_0 [°]
680275V	50	8	37,5	0,085	32,5	0,085	12

Pro upnutí nástroje byl zvolen standartní frézovací trn s perem dle normy DIN 138.

5.1.1 Řezání polotovaru

Byl zvolen pilový dělicí kotouč na kov o průměru 250 mm, šířce 1 mm, tvarem zubu C a s počtem zubů 128. Doporučené rychlosti posuvů jsou uvedeny v příloze 4. Tyto hodnoty byly zvoleny podle doporučených hodnot z Českého katalogu GSP 2013. Počet otáček je určen strojem. Pro upnutí tyče byl zvolen standartní dílenský svěrák. Vypočtené řezné podmínky jsou uvedeny v tabulce 1.4 [20].

Tab. 1.4 Řezné podmínky pro pilový dělicí kotouč.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f S235JR [mm/min ⁻¹]	v_f C45 [mm/min ⁻¹]
Řezání	31,416	40	153,6	76,8

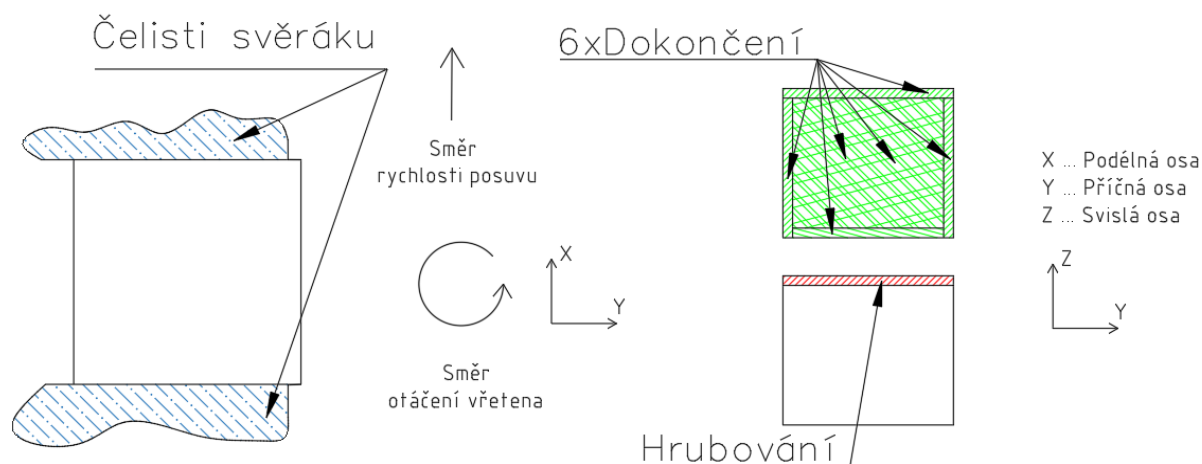
K vypočtení strojních časů byl použit vztah (1.8). Hodnoty strojních časů pro nejkratší řez jsou uvedeny v tabulce 1.5.

Tab. 1.5 Strojní čas při řezání polotovaru.

Rozměry tyče	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	t_s S235JR [min]	t_s C45 [min]
čtvercová tyč 35 mm	35	5	0	0,261	0,521
plochá tyč 35x10 mm	10	5	0	0,098	0,195
plochá tyč 10x8 mm	8	5	0	0,085	0,169

5.1.2 Frézování polotovarů

K dokončení přípravy výrobního polotovaru bylo použito čelní a válcové frézování plochy. Postup frézování je zobrazen na schématu (obr.14). Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku. Pro upnutí obrobku byl zvolen standartní strojní svěrák, který je upnut na stole frézky. Při frézování ploch byl zvolen tento postup. Nejprve se ohrubují plochy na požadované rozměry. Dokončování polotovaru bude probíhat tak, že se nejdříve frézuje největší plochu. Po ofrézování největší plochy bude polotovar přepnut na plochu kolmou k největší ploše. Plochu ofrézujeme a následně frézujeme plochu rovnoběžnou na poslední ofrézovanou plochu. Potom se frézuje největší plocha z druhé strany. Poslední dvě plochy se ofrézují válcově [21].



Obr. 13 Schéma frézování polotovaru

Vypočtené řezné parametry pro opracování výrobního polotovaru z čtvercové tyče o průměru 35 mm jsou uvedeny v tabulce 1.6 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.7 pro ocel C45. Příklad na dokončení byl zvolen 0,2 mm. U tohoto polotovaru není potřeba hrubování.

Tab. 1.6 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
1.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	1,19	0,065
2.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,524	0,028
3.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,524	0,028
4.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	1,19	0,064
5.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,5168	0,028
6.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,5168	0,028

Tab. 1.7 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
1.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,840	0,052
2.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,370	0,023
3.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,370	0,023
4.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,830	0,051
5.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,365	0,022
6.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,365	0,022

Vypočtené řezné parametry pro opracování výrobního polotovaru z ploché 35x10 mm jsou uvedeny v tabulce 1.8 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.9 pro ocel C45. Přídavek na dokončení byl zvolen 0,2 mm. U tohoto polotovaru není potřeba hrubování.

Tab. 1.8 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
1.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,530	0,029
2.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,333	0,018
3.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,333	0,018
4.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,517	0,028
5.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,326	0,018
6.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,326	0,018

Tab. 1.9 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
1.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,374	0,023
2.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,235	0,014
3.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,235	0,014
4.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,365	0,022
5.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,230	0,014
6.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,230	0,014

Vypočtené řezné parametry pro opracování výrobního polotovaru z ploché 10x8 mm jsou uvedeny v tabulce 1.10 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.11 pro ocel C45. Přídavek na dokončení byl zvolen 0,2 mm.

Tab. 1.10 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	39,2	249,5	170	0,085	2,720	0,148
1.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,340	0,018
2.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,211	0,011
3.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,211	0,011
4.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,326	0,018
5.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,204	0,011
6.Dokončení	39,2	249,5	170	0,085	0,204	0,011

Tab. 1.11 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	27,8	177	120	0,085	2,720	0,148
1.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,340	0,018
2.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,211	0,011
3.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,211	0,011
4.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,326	0,018
5.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,204	0,011
6.Dokončení	27,8	177	120	0,085	0,204	0,011

Jednotlivé strojní časy při obrábění polotovaru z ploché tyče 35x10 mm jsou uvedeny v tabulce 1.13.

Tab. 1.13 Strojní čas při řezání polotovaru z ploché tyče 35x10 mm.

Rozměry tyče	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
1.Dokončení	35	5	27	0,394	0,558
2.Dokončení	35	5	27	0,394	0,558
3.Dokončení	35	5	27	0,394	0,558
4.Dokončení	35	5	27	0,394	0,558
5.Dokončení	15,2	5	27	0,278	0,393
6.Dokončení	15,2	5	27	0,278	0,393

Jednotlivé strojní časy při obrábění polotovaru z ploché tyče 10x8 mm jsou uvedeny v tabulce

Tab. 1.14 strojní čas při řezání polotovaru.

Rozměry tyče	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	15,6	5	25	0,268	0,380
1.Dokončení	15,6	5	27	0,280	0,397
2.Dokončení	15,6	5	27	0,280	0,397
3.Dokončení	15,6	5	27	0,280	0,397
4.Dokončení	15,6	5	27	0,280	0,397
5.Dokončení	9,6	5	27	0,227	0,322
6.Dokončení	9,6	5	27	0,227	0,322

5.2 Výroba držáku baterky

Držák baterky patří mezi tvarově nejsložitější součásti z výrobní sestavy. Na součásti se nachází půlkruhová drážka, k jejíž výrobě byla zvolena extrادلouhá čelní válcová fréza s katalogovým označením 121215E. K rohovému obrábění byla zvolena krátká čelní válcová fréza pod katalogovým označením 120518. K vytvoření obdélníkové drážky byla zvolena kotoučová fréza pod katalogovým označením 720275. Pro zkosení byla zvolena úhlová fréza pod katalogovým označením 330215. Zvolené frézy jsou od firmy ZPS – Frézovací nástroje a.s.

K vrtání děr byly zvoleny vrtáky o průměru 2,5 mm a 3 mm od firmy VRBOVSKÝ s.r.o. s katalogovým označením ČSN221121RNHSS standard. Jedná se o spirálovité vrtáky s válcovou stopkou (obr. 14), které lze upnout do sklíčidla. Pro řezání závitu byl zvolen strojní závitník s katalogovým označením DIN 352 rov. HSSE kr.M3 (obr. 15) od firmy Hommel Hercules Werkzeughandel CZ/SK, s.r.o.



Obr. 14 Spirálovitý vrták s válcovou stopkou [22].

K upnutí fréz byly zvoleny Weldonové upínače na frézy se stopkou ISO40. K upnutí kotoučové frézy byl zvolen standartní frézovací trn. Zvolené vrtáky je možné upnut ve standartním vrtačkovém sklíčidle. Závitník je upnut v tříčelistovém sklíčidle pro závitníky.



Obr. 15 Strojní závitník DIN 352 rov. HSSE kr.M3[23]

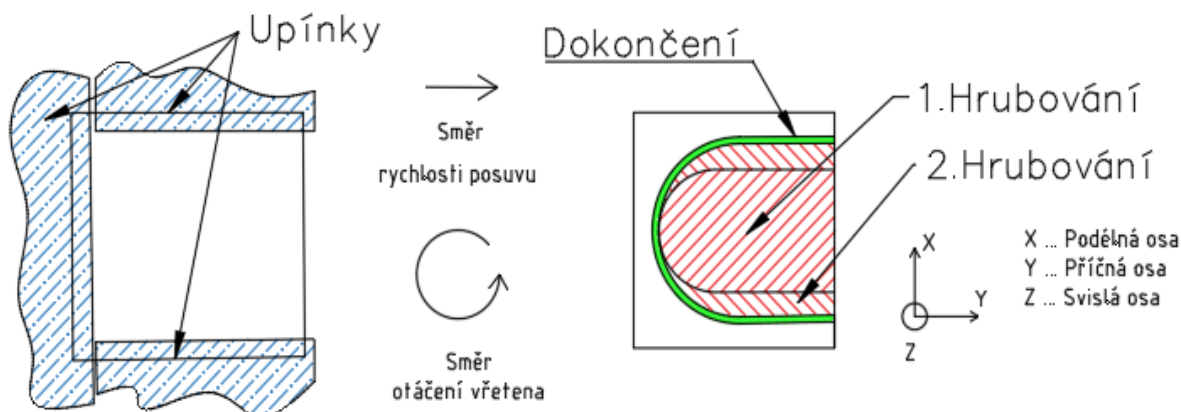
V tabulce 1.15 jsou uvedeny doporučené parametry fréz.

Tab. 1.15 Doporučené parametry fréz.

Nástroj	D [mm]	z [-]	v_c S235JR [m/min ⁻¹]	f_z S235JR [mm/min]	v_c C45 [m/min ⁻¹]	f_z C45 [mm/min]	γ_0 [°]
121215E	20	5	45	0,126	39	0,126	12
120518	20	5	45	0,057	39	0,057	12
720275	50	12	37,5	0,05	32,5	0,05	12
330215	32	12	37,5	0,09	32,5	0,09	0

5.2.1 Frézování půlkruhové drážky

Pro výrobu půlkruhové drážky byl zvolen následující postup, který je zobrazen na schématu (obr.16). Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku. V první části hrubování se vyfrézuje drážka čelní válcovou frézou. Fréza bude řezat celým svým řezným průměrem. V další části hrubování a při dokončení bude využité tvarové vodítko (šablona). Obrobek byl upnut pomocí upínek [24].



Obr. 16 Schéma frézování půlkruhové drážky.

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.16 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.17 pro ocel C45.

Tab. 1.16 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
1.Hrubování	44,117	702,5	444	0,126	134,672	6,640
2.Hrubování	44,117	702,5	444	0,126	16,834	0,830
Dokončení	44,117	702,5	444	0,126	1,347	0,066

Tab. 1.17 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
1.Hrubování	44,117	702,5	444	0,126	134,672	6,640
2.Hrubování	44,117	702,5	444	0,126	16,834	0,830
Dokončení	44,117	702,5	444	0,126	1,347	0,066

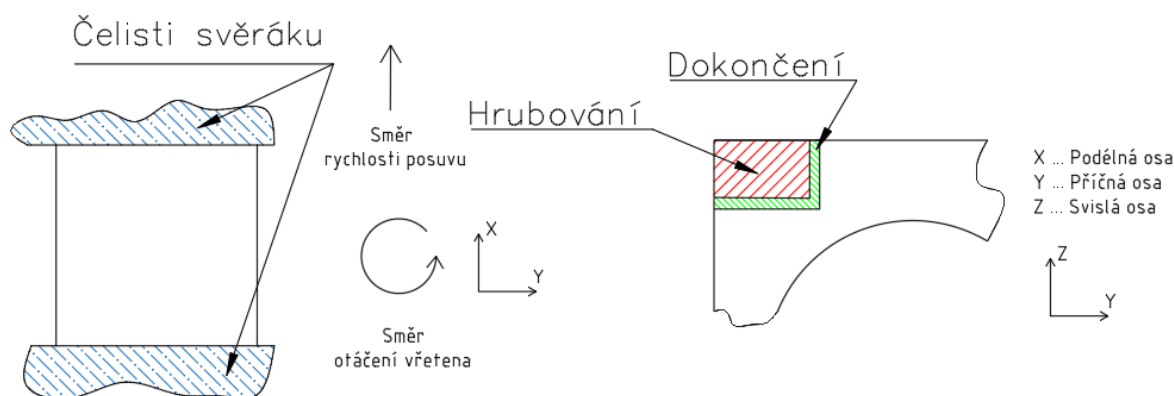
Stojní časy pro frézování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.18.

Tab. 1.18 Stojní čas při frézování půlkruhové drážky.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
1.Hrubování	17,4	5	0	0,053	0,053
2.Hrubování	37,654	5	12	0,085	0,085
Dokončení	38,282	5	12	0,086	0,086

5.2.2 Rohové frézování

K rohovému frézování byla použita čelní válcová fréza. Ideální řezný průměr nástroje pro tuto operaci je dvojnásobek šířky frézované plochy. Proces frézování je na znázorněný na schématu(obr.17). Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku.



Obr. 17 Schéma rohového frézování.

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.19 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.20 pro ocel C45.

Tab. 1.19 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	44,117	702,5	200	0,057	10,44	0,627
Dokončení	44,117	702,5	200	0,057	11,04	0,663

Tab. 1.20 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	44,117	702,5	200	0,057	10,44	0,627
Dokončení	44,117	702,5	200	0,057	11,04	0,663

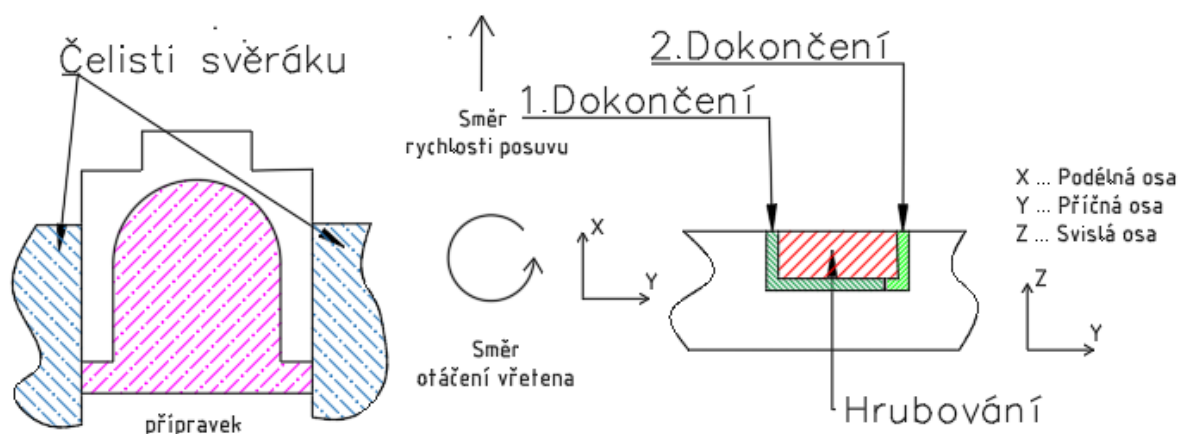
Stojní časy pro rohové frézování jsou uvedeny v tabulce 1.21.

Tab. 1.21 Strojní čas pro rohové frézování.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	15,2	5	12	0,161	0,161
Dokončení	15,2	5	12	0,161	0,161

5.2.3 Frézování obdélníkové drážky

K výrobě obdélníkové drážky byl použit postup, který je znázorněn na schématu (obr.18) Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku. Při tomto způsobu upnutí doporučuji použití přípravku, aby nedošlo k poškození obrobku při upínací síle spojené s dotahováním.



Obr. 18 Schéma Frézování obdélníkové drážky

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.22 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.23 pro ocel C45.

Tab. 1.22 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	39,171	249,5	150	0,05	1,344	0,088
1.Dokončení	39,171	249,5	150	0,05	1,44	0,094
2.Dokončení	39,171	249,5	150	0,05	0,288	0,019

Tab. 1.23 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	27,78	177	106	0,050	1,187	0,084
1.Dokončení	27,78	177	106	0,050	1,272	0,089

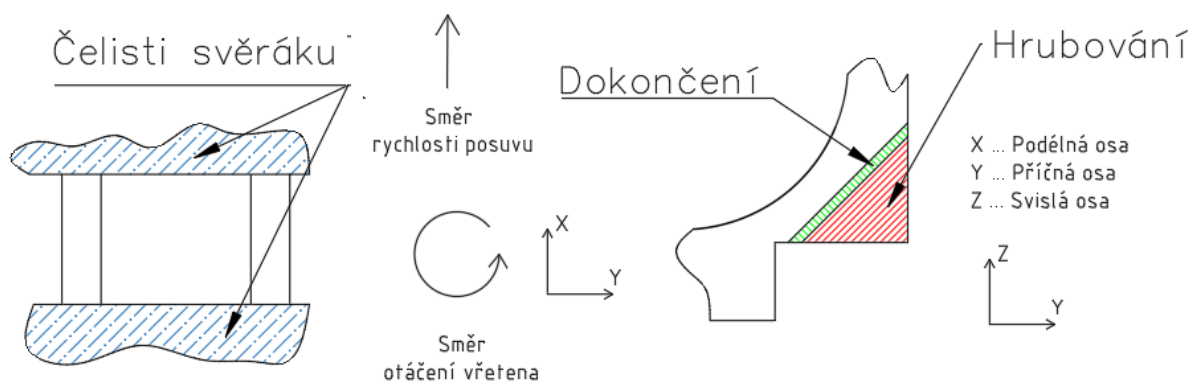
Stojní časy pro frézování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.24.

Tab. 1.24 Stojní čas při frézování obdélníkové drážky.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	15,2	5	10	0,161	0,161
Dokončení	15,2	5	12	0,161	0,161

5.2.4 Frézování zkosení

Díky tvaru součásti byla zvolena tvarová úhlová fréza. Byl zvolen postup, jenž je znázorněn schématu(obr.18). Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku.



Obr. 19 Schéma frézování zkosení.

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.25 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.26 pro ocel C45.

Tab. 1.25 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	35,419	352,5	381	0,09	3,93	0,559
Dokončení	35,419	352,5	381	0,09	0,119	0,056

Tab. 1.26 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	35,419	352,5	381	0,09	3,93	0,652
Dokončení	35,419	352,5	381	0,09	0119	0,019

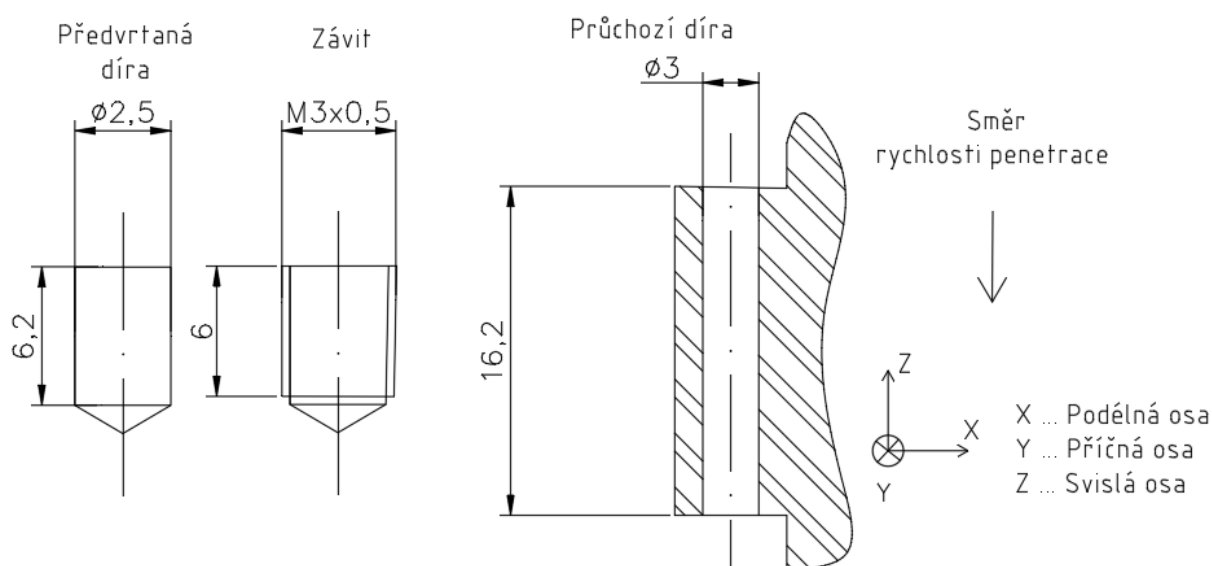
Stojní časy pro frézování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.27.

Tab. 1.27 Stojní čas při frézování zkosení.

Popis operce	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	15,2	5	16	0,095	0,095
Dokončení	15,2	5	18	0,100	0,100

5.2.5 Vrtání

Procesy výroby spojené s vrtáním, byly provedeny ručním posuvem. Při ručním posuvu je důležité dbát na rychlost posuvu, aby nedocházelo k lámání vrtáků. Doporučené řezné podmínky vrtáků a závitníku jsou uvedeny v příloze 6. Na schématu (obr.20) jsou zobrazeny hloubky vrtání a směr rychlosti penetrace. Závit bude vyřezán ručně [25, 26].



Obr. 20 Schéma vrtaných děr na držáku baterky.

Vypočtené řezné podmínky pro vrtání jsou uvedeny v tabulce 1.27.

Tab. 1.27 Řezné podmínky pro vrtání pro ocel S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_p [mm/min ⁻¹]	f_n [mm/min]
Vrtání	21,991	2800	112	0,04
Předvrtání	21,991	2800	112	0,04

Tab. 1.28 Řezné podmínky pro vrtání pro ocel C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_p [mm/min ⁻¹]	f_n [mm/min]
Vrtání	15,410	1962	58,86	0,03
Předvrtání	15,410	1962	58,86	0,03

Vypočtené strojní časy jsou uvedeny v tabulce 1.29.

Tab. 1.29 Strojní čas pro vrtání.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Vrtání	16,2	5	5	0,230	0,445
Dokončení	6,2	5	0	0,100	0,100

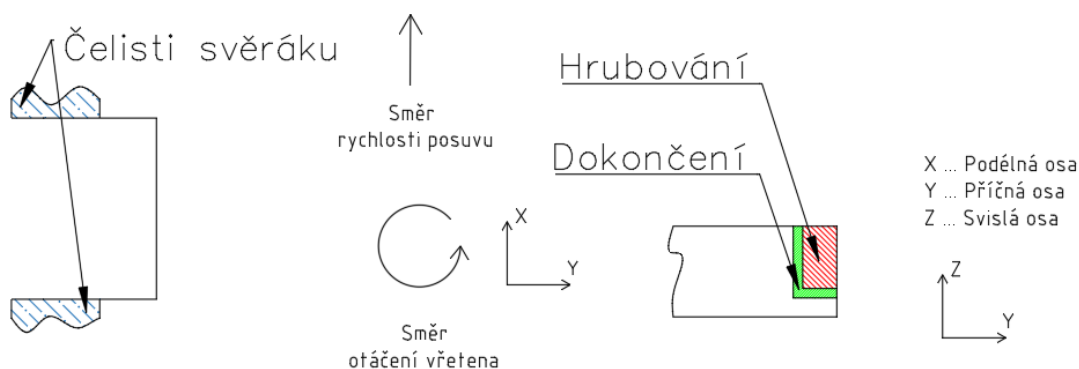
5.3 Výroba pojistky baterky

Výrobní operace prováděné na obrobku pojistky baterky jsou téměř shodné jako u držáku baterky. Na součásti se nachází půlkruhová drážka, k jejíž výrobě byla zvolena extrادلouhá čelní válcová fréza s katalogovým označením 121215E. K rohovému obrábění byla zvolena krátká čelní válcová fréza pod katalogovým označením 120518. Zvolené frézy jsou od firmy ZPS – Frézovací nástroje a.s.

K vrtání děr byly zvoleny vrtáky o průměru 3 mm a 5 mm od firmy VRBOVSKÝ s.r.o. s katalogovým označením DIN338RNHSS. Jedná se spirálovité vrtáky s válcovou stopkou, které lze upnout do sklíčidla. Pro řezání závitu byl zvolen strojní závitník s katalogovým označením DIN 352 rov. HSSE kr.M6 od firmy Hommel Hercules Werkzeughandel CZ/SK, s.r.o.

5.3.1 Rohové frézování

K rohovému frézování byla použita čelní válcová fréza. Ideální řezný průměr nástroje pro tuto operaci je dvojnásobek šířky frézované plochy. Proces frézování je na zakreslen na schématu (obr.21). Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku.



Obr. 21 Schéma rohového frézování.

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.30 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.31 pro ocel C45.

Tab. 1.30 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	44,117	702,5	200	0,057	6,992	0,391
Dokončení	44,117	702,5	200	0,057	6,512	0,420

Tab. 1.31 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	44,117	702,5	200	0,057	6,992	0,599
Dokončení	44,117	702,5	200	0,057	6,512	0,455

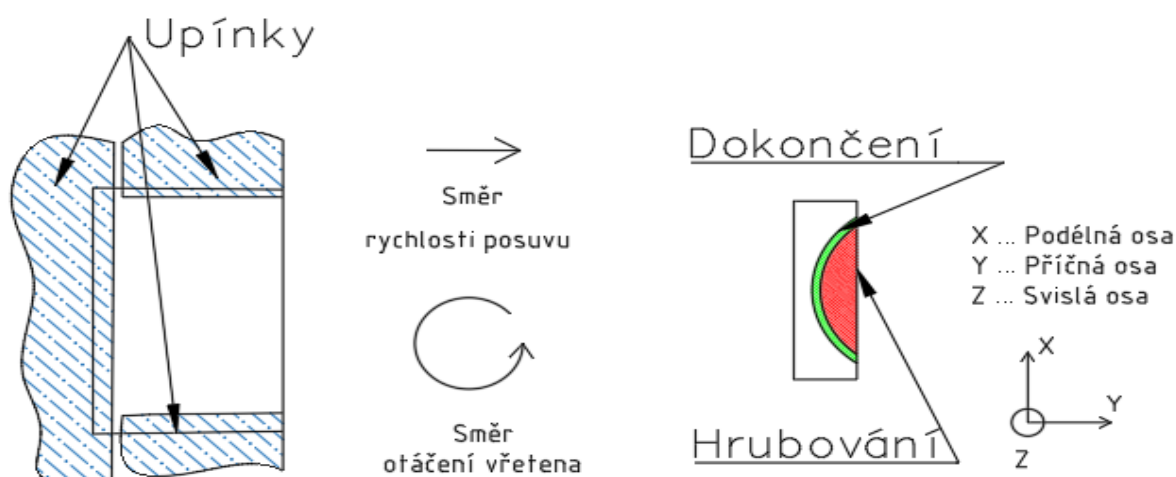
Stojní časy pro rohové frézování jsou uvedeny v tabulce 1.32.

Tab. 1.32 Stojní čas pro rohové frézování.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	15,2	5	12	0,161	0,161
Dokončení	15,2	5	12	0,161	0,161

5.3.2 Frézování půlkruhové drážky

Pro výrobu půlkruhové drážky byl zvolen následující postup, který je zobrazen na schématu (obr.22). Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku. V první části hrubování se vyfrézuje drážka čelní válcovou frézou. Fréza bude řezat celým svým řezným průměrem. V další části hrubování a při dokončení bude využité tvarové vodítko (šablona). Obrobek byl upnut pomocí upínek.



Obr. 22 Schéma frézování půlkruhové drážky

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.33 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.34 pro ocel C45.

Tab. 1.33 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	44,117	702,5	444	0,0126	16,834	0,830
Dokončení	44,117	702,5	444	0,0126	1,347	0,066

Tab. 1.34 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

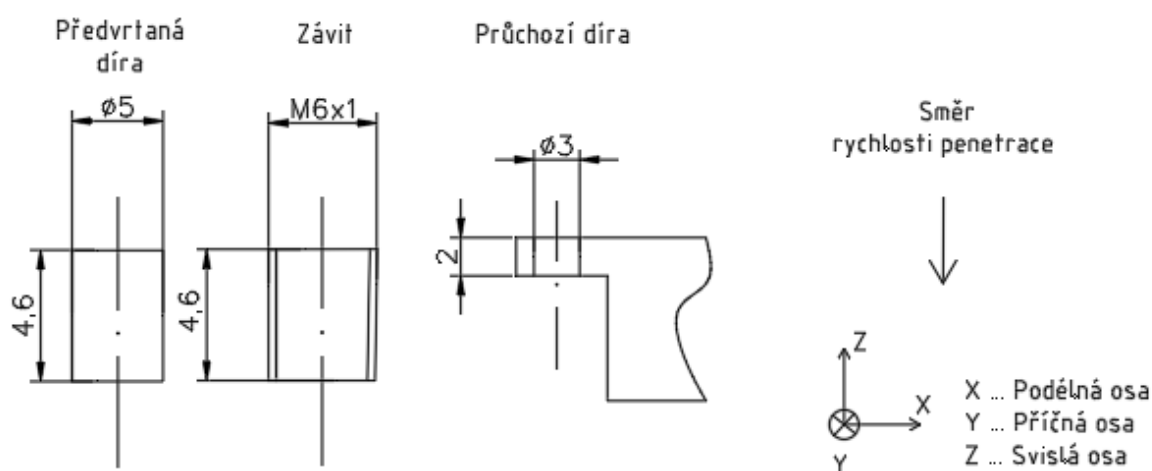
Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	44,117	702,5	444	0,0126	16,834	0,830
Dokončení	44,117	702,5	444	0,0126	1,347	0,066

Tab. 1.35 Strojní čas pro půlkruhové frézování.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	4,974	5	12	0,161	0,161
Dokončení	5,372	5	12	0,161	0,161

5.3.3 Vrtání

Procesy výroby spojené s vrtáním, byly provedeny ručním posuvem. Při ručním posuvu je důležité dbát na rychlost posuvu, aby nedocházelo k lámání vrtáků. Doporučené řezné podmínky vrtáků a závitníku jsou uvedeny v příloze 6. Na schématu (obr.23) jsou zobrazeny hloubky vrtání a směr rychlosti penetrace. Zavít bude vyřezán ručně.



Obr. 23 Schéma děr a závitu.

Vypočtené řezné podmínky pro vrtání jsou uvedeny v tabulce 1.36 pro ocel S235JR a v tabulce 1.37 pro ocel C45

Tab. 1.36 Řezné podmínky pro vrtání pro ocel S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_p [mm/min ⁻¹]	f_n [mm/min]
Vrtání	21,991	2800	112	0,04
Předvrtání	21,991	2800	112	0,04

Tab. 1.37 Řezné podmínky pro vrtání pro ocel C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_p [mm/min ⁻¹]	f_n [mm/min]
Vrtání	15,410	1962	58,86	0,03
Předvrtání	15,410	1962	58,86	0,03

Vypočtené strojní časy jsou uvedeny v tabulce 1.38.

Tab. 1.38 Strojní čas pro vrtání.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Vrtání	16,2	5	5	0,230	0,445
Předvrtání závitů	6,2	5	0	0,100	0,100

5.4 Výroba upínače lišt

Pro úhlovou drážku byla zvolena úhlová fréza pod katalogovým označením 330215. Zvolené frézy jsou od firmy ZPS – Frézovací nástroje a.s. Pro obdélníkovou drážku byl zvolen HSS drážkovací pilový kotouč dle DIN 1838 B. K vrtání děr byly zvoleny vrtáky o průměru 3 mm od firmy VRBOVSKÝ s.r.o. s katalogovým označením DIN338RNHSS. Jedná se spirálovité vrtáky s válcovou stopkou, které lze upnout o sklíčidla.

K upnutí frézky byl použitý weldonový upínač.

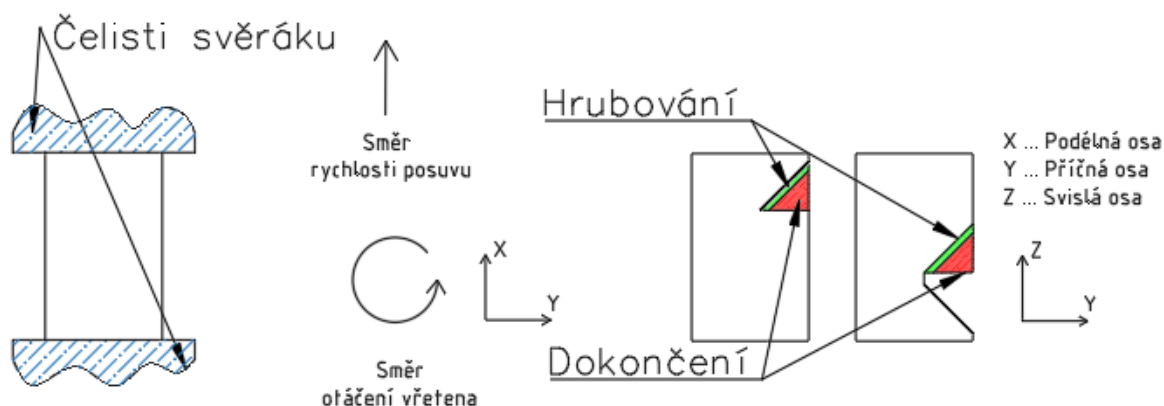
V tabulce 1.39 jsou uvedeny doporučené parametry nástrojů.

Tab. 1.39 Zadané parametry nástrojů.

Nástroj	D [mm]	Z [-]	$v_{c\ S235JR}$ [m/min ⁻¹]	$f_{z\ S235JR}$ [mm/min]	$v_{c\ C45}$ [m/min ⁻¹]	$f_{z\ C45}$ [mm/min]	γ_0 [°]
330215	16	10	37,5	0,09	32,5	0,09	0
DIN 1838 B	50	48	40	0,03	30	0,02	18

5.4.1 Frézování úhlové drážky

Pro výrobu půlkruhové drážky byl zvolen následující postup, který je zobrazen na schématu (obr.26). Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku.



Obr. 24 Schéma frézování úhlové drážky

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.40 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.41 pro ocel C45.

Tab. 1.40 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	35,419	352,5	381	0,009	1,008	0,108
Dokončení	35,419	352,5	381	0,009	1,008	0,010

Tab. 1.41 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	35,419	352,5	381	0,009	1,008	0,122
Dokončení	35,419	352,5	381	0,009	1,008	0,012

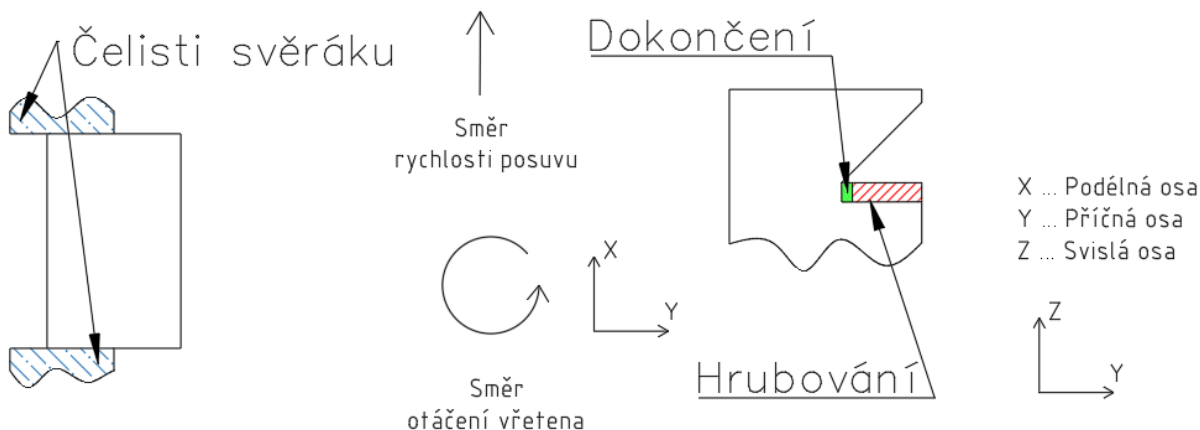
Vypočtené strojní časy jsou uvedeny v tabulce 1.42.

Tab. 1.42 Strojní čas pro vrtání.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	15,2	5	18	0,230	0,445
Dokončení	15,2	5	18	0,100	0,100

5.4.2 Frézování obdélníkové drážky

K výrobě obdélníkové drážky byl použit postup, který je znázorněn na schématu (obr.18) Ve schématu jsou znázorněny plochy pro hrubování (červená plocha) a dokončení (zelená plocha). Dále jsou znázorněny směr rychlosti posuvu, směr otáčení vřetena a možný způsob upnutí obrobku.



Obr. 25 Schéma frézování obdelníkové drážky

Vypočtené řezné parametry při opracování půlkruhové drážky jsou uvedeny v tabulce 1.40 pro ocel s označením S235JR a v tabulce 1.41 pro ocel C45.

Tab. 1.43 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením S235JR.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	39,172	249,5	359	0,030	1,008	0,108
Dokončení	39,172	249,5	359	0,030	1,008	0,010

Tab. 1.44 Řezné podmínky frézování pro ocel s označením C45.

Popis operce	v_c [m/min ⁻¹]	n [min ⁻¹]	v_f [m/min ⁻¹]	f_z [mm/min]	Q [cm ³ .min ⁻¹]	P_c [kW]
Hrubování	19,625	125	90	0,015	1,008	0,122
Dokončení	19,625	125	90	0,015	1,008	0,012

Vypočtené strojní časy jsou uvedeny v tabulce 1.42.

Tab. 1.45 Strojní čas pro vrtání.

Popis operce	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Hrubování	15,2	5	18	0,230	0,445
Dokončení	15,2	5	18	0,100	0,100

5.4.3 Vrtání

Vypočtené strojní časy jsou uvedeny v tabulce. Pro průchozí otvor.

Tab. 1.42 Strojní čas pro vrtání.

Popis operace	L [mm]	L_n [mm]	L_p [mm]	$t_{s\ S235JR}$ [min]	$t_{s\ C45}$ [min]
Vrtání	15,2	5	2	0,230	0,445

5.5 Povrchové úpravy

Povrchové úpravy jsou pro všechny součásti sestavy totožné. Byl vybrán postup omílání výrobku. Jedná se o moderní technologii v oblasti konečné úpravy obrobku. Po usušení výrobků po omílání následuje proces lakování.

5.5.1 Omílání

K docílení zaoblených hran a jakosti povrchu se používá omílání. Jedná se o univerzální metodu pro úpravy povrchu. U omílání je výhoda, že se obrobky obrousí do požadované jakosti povrchu a odmastí se od různých mazadel a chladících emulzí zároveň. To má za důsledek především úsporu času [27].

5.5.2 Lakování

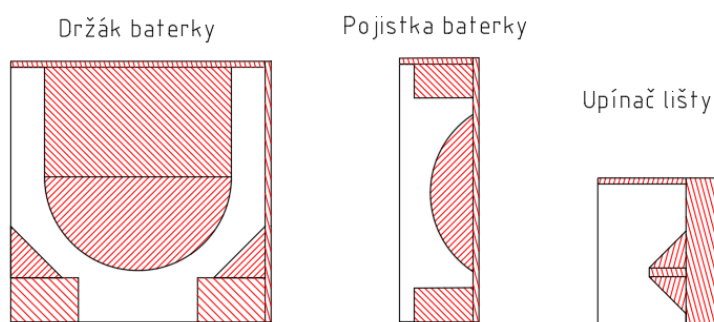
Lakování výrobku se provádí pro lepší vzhled výrobku. Před lakováním jsou závity zabezpečeny, proti proniknutí barvy do závitu. Lakování bylo provedeno v matné černé barvě, aby bylo docílené lepší kamufláže. Dále mohou být barevné kombinace ve formě khaki barvy pro imitaci pouště, nebo odstíny zelené pro imitaci lesního porostu.

6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

V technicko-ekonomickém zhodnocení byl vypočten odebraný materiál při obrábění. Výpočty byly provedeny v mm³. Dále následovalo srovnání strojních časů a příkonu při výrobním procesu.

6.1 Odebraný materiál při frézování

Objem odebraného materiálu při frézování je vypočten pomocí schématu (obr. 27). Součet jednotlivých červených ploch představuje odebraný materiál. Tato plocha je násobena délkou obrobku. Druhou možností je výpočet odebraného objemu pomocí rychlosti úběru kovu a strojního času.



Obr. 26 Schéma odebraného materiálu

6.2 Výpočet délky tyče

Pro výrobu pěti kusů sestavy je potřeba deset upínačů lišt, pět držáků baterek a pět pojistek baterek. Je potřeba použít tyče o minimální délce 165 mm pro upínače lišt a 82 mm pro pojistky a držáky baterek, jejichž délky byly vypočteny ze vztahu (1.5):

$$L_t = x \cdot (L_p + b) - b \quad [\text{mm}] \quad (1.5)$$

$$L_{tUL} = 10 \cdot (15,6 + 1) - 1 = 165 \quad [\text{mm}]$$

$$L_{tDB} = 5 \cdot (15,6 + 1) - 1 = 82 \quad [\text{mm}]$$

$$L_{tPB} = 5 \cdot (15,6 + 1) - 1 = 82 \quad [\text{mm}]$$

kde:

L_t ...minimální délka tyče [mm]

L_{tUL} ...minimální délka tyče pro upínače lišty [mm]

L_{tDB} ...minimální délka tyče pro držáky baterky [mm]

L_{tPB} ...minimální délka tyče pro pojistky baterky [mm]

x ... počet kusů [-]

L_p ...délka polotovaru [mm]

b ...šířka rezného kotouče [mm]

Návrh vytipovaného příslušenství se neřadí mezi složitá příslušenství, která lze na R.I.S. lištu přidat. Na druhou stranu se jedná o příslušenství, které může mít využití nejen pro již zmiňovanou baterku, ale například pro laser či jiné příslušenství. Jak bylo zmíněno na začátku práce, držák má typický rozměr, který výrobci využívají i pro jiná příslušenství.

Příslušenství k airsoftové zbrani

Tato práce se zaměřila na porovnání výroby vybraného příslušenství z dvou různých materiálů: oceli s označením S235JR a jakostní ušlechtilá ocel C45.

Rozdíl v použitém materiálu se projevil na strojních časech pily a vrtačky a frézky.

Jak bylo zmíněno v úvodu této kapitoly, nejedná se o tvarově složitý výrobek. Pro toleranci rozměrů výrobku byla použita všeobecná tolerance ČSN ISO 2768 mK.

Technologie výroby

Tato práce se nezaměřovala na velkovýrobu, už s prvotním úmyslem se počítalo s malovýrobou, což vedlo i k jistým omezením a byl to také důvod pro výběr určitých strojů. Nástroje byly vybrány z rychlořezné oceli.

V případě rozhodnutí výrobce pro velkovýrobu, v řádech stovek až tisíce kusů výrobků, by bylo vhodné zaměřit se mimo jiné na vyměnitelné břitové destičky ze slinutých karbidů. Břitové destičky mají řádově větší řezné rychlosti, které by se projeví na zkrácení strojních časů.

Návrhem pro zlepšení v případě velkovýroby by bylo pořízení obráběcího CNC centra, na kterém by bylo možné provést většinu zmíněných operací. Přestože se jedná o vysoké pořizovací náklady na CNC centrum, jedná se o náklady, které se výrobci vrátí, například ve zkrácení výrobního času, snížení personálního zatížení či snížením manipulace s výrobkem po výrobní hale.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byl návrh technologického postupu pro výrobu konkrétního příslušenství k airsoftové zbraní. Po seznámení se s mechanismy airsoftových zbraní a s nabídkami příslušenství k těmto zbraním na českém trhu bylo zvoleno konkrétní příslušenství, držák na baterku.

K připevnění držáku na baterku k airsoftové zbraní byla použita upínací lišta podle standardu NATO, která běžně slouží k upevnění ostatních příslušenství. Její výhoda spočívá v jednoduchosti a hráči airsoftu tak umožňuje rychlou výměnu příslušenství.

Návrh technologického postupu se zabíral výrobou tohoto držáku z pohledu dvou materiálů. V prvním případě šlo o oceli s označením S235JR. Ve druhém případě byla zvolena jakostní ušlechtilá ocel C45.

Z technologického postupu a k němu doložených výpočtů vyplývá, že se jako vhodnější materiál jeví ocel s označením S235JR. Nejedná se však o kvalitní ocel jako v případě ušlechtilé oceli C45. Po konzultaci s technologem výroby však není pro tento typ výrobku nutné použít kvalitní ocel, jako je jakostní ušlechtilá ocel C45. A její druhou výhodou, která vyplývá z výpočtů, je rychlost obrábění této oceli.

Závěrečná část práce je zaměřena na diskuzi v oblasti použití strojů a na možnost rozšířit plánovanou výrobu v objemech, které se dají zařadit do velkovýroby.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Bohemia Air Soft. Vše o zboží. Airsoftshop.cz [online]. © 2016 [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <https://airsoftshop.cz/ozbozi.php>
- [2] Airsoft.cz. Co je to airsoft. Airsoft.cz [online]. © 2018 [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://airsoft.cz/co-je-to-airsoft/o-airsoftu>
- [3] LUIS E. MARTINEZ. Force-on-force police training using airsoft: a manual for the law enforcement trainer on the use of airsoft non-lethal technology [online]. 1. Boulder, Colo: Outskirts Press, 2008 [cit. 2018-05-21]. ISBN 978-143-2726-843. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=XuQxMqKM_cC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false
- [4] Svetzbrani.cz. Airsoft. Svetzbrani.cz [online]. © 2017 [cit. 2018-04-21]. Dostupné z: <http://www.svetzbrani.cz/airsoft/>
- [5] Klockyho airsoft blog. Airsoftové zbraně a střelivo. Airsoft-fearless.webnode.cz [online]. © 2017 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://airsoft-fearless.webnode.cz/news/airsoftove-zbrane-a-strelivo/>
- [6] Javornické Ozbrojené Síly. Princip airsoftových zbraní. Jos.webnode.cz [online]. © 2010 [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: <https://jos.webnode.cz/products/princip-airsoftovych-zbrani-/>
- [7] Luboš Došek LDguns. Bombičky CO2. obchod.ldguns.cz [online]. © 2010 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: http://obchod.ldguns.cz/index.php?main_page=product_info&cPath=67&products_id=1867
- [8] HAIGHT, Kevin. Firearm Accessory Rails: Which is the Best?. Catalystarms.com [online]. 2019 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <https://www.catalystarms.com/tech-talk/2019/1/11/the-best-firearm-accessory-rail>
- [9] AirsoftPro.cz. Doplnky ke zbraním, popruhy. Airsoftpro.cz [online]. © 2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <https://airsoftpro.cz/cz/doplanky-ke-zbranim-popruhy>
- [10] AirsoftGuns. Příslušenství. Airsoftguns.cz [online]. © 2018 [cit. 2018-04-25]. Dostupné z: <http://www.airsoftguns.cz/prislusenstvi-pro-zbrane>
- [11] 365airsoft.CO.LTD. Airsoft Parts & Accessories. 365airsoftshop.com [online]. © 2018 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <http://www.365airsoftshop.com/tactical-total-bipod-grip-black-p-505.html3>
- [12] Army-Airsoft.cz. Doplnky pro airsoftové zbraně. Army-airsoft.cz [online]. © 2010-2018 [cit. 2018-04-24]. Dostupné z: <https://www.army-airsoft.cz/doplanky-pro-airsoftove-zbrane>
- [13] Elektronická učebnice. Řezné podmínky při frézování. eluc.kr-olomoucky.cz [online]. 2015 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1238>
- [14] Sandvik Coromant. Odborné znalosti problematiky obrábění kovů. sandvik.coromant.com [online]. © 2019 [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/pages/default.aspx>
- [15] Elektronická učebnice. Výpočet strojního času. eluc.kr-olomoucky.cz [online]. 2015 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1239>
- [16] ZPS-FN a.s. Frézy válcové čelní krátké. zps-fn.cz [online]. © 2018 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://www.zps-fn.cz/cz/frezy-nastrcne/detail/frezy-valcove-celni-polohrubozube,-typ-n,-din-841,-rychlorezna-ocel-hss-co5/>
- [17] Bohdan Bolzano, s.r.o. Porovnání konstrukčních ocelí. bolzano.cz [online]. © 2018 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: https://www.bolzano.cz/assets/files/HM%20nove/Porovnaní_konstrukcni_oceli.pdf
- [18] Elektronická učebnice. Řezání kovů. eluc.kr-olomoucky.cz [online]. 2015 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1858>
- [19] TOS OLOMOUS s.r.o. Výrobní Program tos-olomouc.cz [online]. © 1998-2017 [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://www.tos-olomouc.cz/cz/vyrobní-program/>
- [20] GSP - High Tech Saws, s.r.o. Český katalog GSP 2013. gspzborovice.cz [online]. 2013 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: http://www.gspzborovice.cz/down_file.php?downfile=katalog-gsp-2013-cz-web.pdf
- [21] Elektronická učebnice. Frézování pravoúhlých ploch. eluc.kr-olomoucky.cz [online]. 2015 [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1231>
- [22] VRBOVSKÝ s.r.o. Vrták do kovu ČSN221121RNHSS standard. vrtaky-vrbovsky.cz/ [online]. © 2018 [cit. 2018-05-04]. Dostupné z: <https://vrtaky-vrbovsky.cz/vrtaky-do-kovu-s-osazenim-csn221121->

-
- [23] Hommel Hercules Werkzeughandel CZ/SK. Závítník, strojní DIN 352 rov. HSSE kr.M3. *hhw.cz* [online]. © 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: http://www.hhw.cz/cz/Shop/Vrtac%C3%AD%20n%C3%A1stroje/Z%C3%A1vitn%C3%ADk%20a%20tv%C3%A1%C5%99ec%C3%AD%20z%C3%A1vitn%C3%ADk/14114104/Z%C3%A1vitn%C3%ADk-strojn%C3%AD_DIN_352_rov_HSSE_krM3
- [24] Elektronická učebnice. Frézování tvarových ploch. *eluc.kr-olomoucky.cz* [online]. 2015 [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1233>
- [25] TumliKOVO. Doporučené řezné podmínky vrtáků. *tumlikovo.cz* [online]. © 2010 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/doporucene-rezne-podminky-vrtaku/>
- [26] TumliKOVO. Doporučené řezné podmínky pro závítníky. *tumlikovo.cz* [online]. © 2010 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <http://www.tumlikovo.cz/doporucene-rezne-podminky-pro-zavitniky/>
- [27] MM Průmyslové spektrum. Omílání jako univerzální metoda pro úpravu povrchů. *mmspektrum.com* © 2018 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/omilani-jako-univerzalni-metoda-pro-upravu-povrchu.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

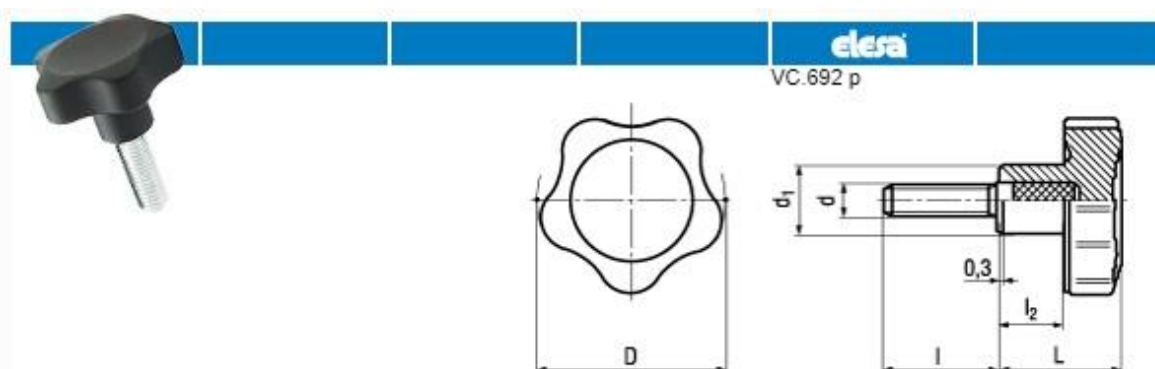
Symbol	Jednotka	Popis
a_e	[mm]	Radiální hloubka řezu
a_p	[mm]	Axialní hloubka řezu
b	[mm]	Šířka řezného kotouče
D	[mm]	Průměr
f_n	[mm]	Posuv na otáčku
f_z	[mm]	Posuv na zub
Q	[cm ³ .min ⁻¹]	Rychlost úběru kovu
k_c	[N.mm ⁻²]	Řezná síla
k_{c1}	[N.mm ⁻²]	Specifická řezná síla
L	[mm]	Pracovní délka
L_c	[mm]	Celková pracovní vzdálenost
L_m	[mm]	minimální délka tyče
L_n	[mm]	Délka náběhu
L_p	[mm]	Délka přeběhu
L_{pDB}	[mm]	Délka polotovaru držáku baterky
L_{pPB}	[mm]	Délka polotovaru pojistky baterky
L_{pUL}	[mm]	Délka polotovaru upínače lišty
m_c	[-]	Koeficient zakřivení křivky specifické řezné síly
n	[min ⁻¹]	Počet otáček
n_1	[min ⁻¹]	Otáčky pro první stupeň převodu
n_x	[min ⁻¹]	Otáčky pro x-tý stupeň převodu
P_c	[kW]	Užitečný výkon
t_s	[min]	Strojní čas
$t_{s\ S235JR}$	[min]	Strojní čas pro materiál S235JR
$t_{s\ C45}$	[min]	Strojní čas pro materiál C45
v_c	[m.min ⁻¹]	Řezná rychlost
v_f	[mm.min ⁻¹]	Rychlost posuvu
v_p	[mm.min ⁻¹]	Rychlost penetrace
x	[-]	Počet stupňů převodu
γ_0	[°]	Úhel čela nástroje
η	[%]	Účinnost
κ_0	[°]	Úhel nastavení
λ	[-]	Kvociet převodového poměru

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Popis
AEG	Elektrické airsoftové zbraně
AGCO ₂	Plynové airsoftové zbraně s plynem CO ₂
ASG	Manuální airsoftové zbraně
CNC	Číslicové řízení pomocí počítače
GAS	Plynové airsoftové zbraně s plynem Green Gas
HSS	Rychlořezná ocel

SEZNAM POUŽITÝCH PŘÍLOH

- Příloha 1 ... Katalogové parametry utahovacího kolečka a šroubu
- Příloha 2 ... Katalogové parametry šroubu a matice
- Příloha 3 ... Technické parametry pily a pilového kotouče
- Příloha 4 ... Technické parametry frézky FGV 32
- Příloha 5 ... Technické parametry vrtačky
- Příloha 6 ... Doporučené řezné podmínky pro procesy na vrtačce



BN 20080

Ruční kolečka hvězdíková

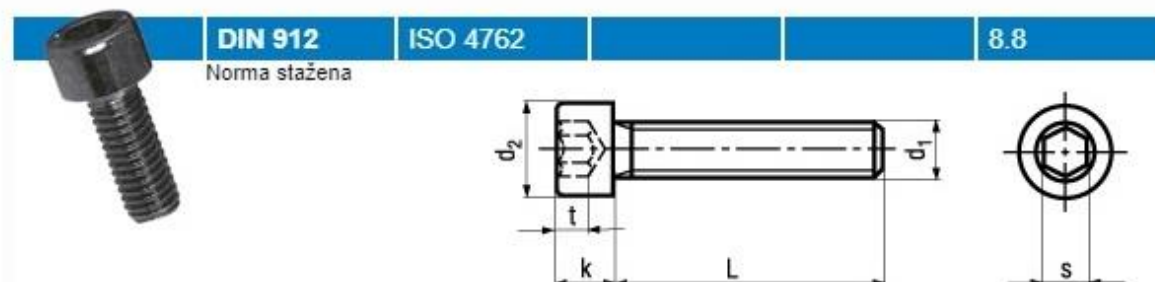
se šroubem, ocel pozinkovaná

Technopolymer vyztužený skelným vláknem

černý matný

Article-No. - 3204540

Kód	166242
D	32
l	16
L	22.5
d1	14
l2	12.5
d 6g	M6



BN 272

Šrouby s válcovou hlavou

s vnitřním šestihranem s plným závitem

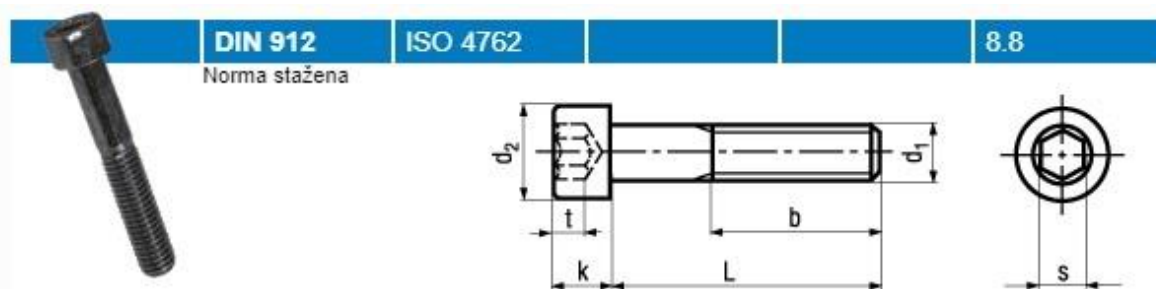
Ocel 8.8

černý

- ~UNI 5931
- ~ČSN 021143

Article-No. - 1000020

d1	M3
L	6
d2	5,5
k	3
s	2,5
t min.	1,3



BN 2

Šrouby s válcovou hlavou

s vnitřním šestihranem, s částečným závitem

Ocel 8.8

černý

- ~UNI 5931
- ~ČSN 021143

Article-No. - 1415859

d1	M3
L	40
d2	5,5
b	18
k	3
s	2,5
t min.	1,3



BN 161

Šestihranné samojistné matice

nízké s polyamidovou vložkou

Ocel 6

pozinkováno modře






- ~UNI 7474






Article-No. - 1094904

d1	M3
e min.	6,01
h max.	4
m	2,4
s	5,5



◀ 250 FEROX / Pomaloběžné

mm	0°	45°	60°	-45°	-60°		
	40		x		x	x	
	70		x		x	x	
	55x95	50x60	x	50x60	x	x	

				
3x400V	0,9/1,3	40/80	250	115

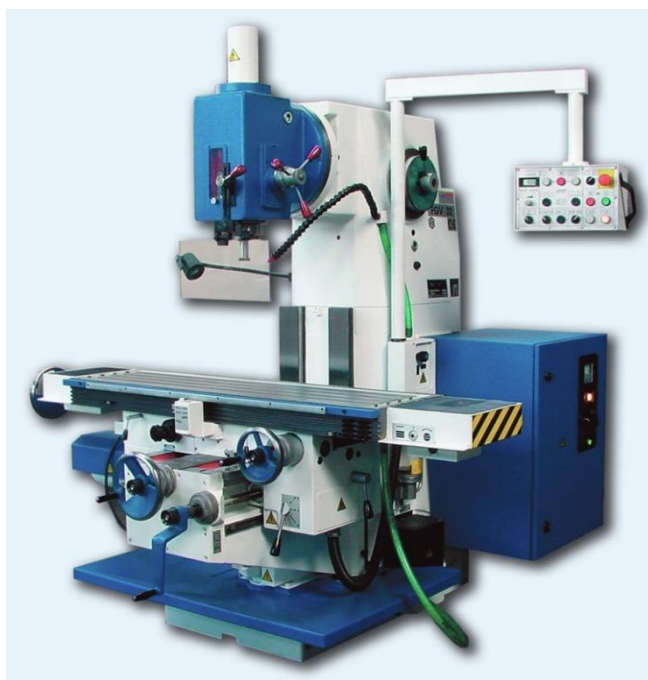
Lmin	Lmax	Bmin	Bmax	Hmin	Hmax	V
1000	1000	550	550	1450	1450	980

Standardní geometrie pilových kotoučů

Druh materiálu	Pevnost N/mm ²	Úhel žela γ	Úhel hřbetu α	Posuv na zub mm/Z	Rezná rychlost m/min _{v10}
Ocel 50 kg/mm ²	350 - 500	18° - 20°	8° - 12°	0.030	30 - 50
Ocel 75 kg/mm ²	500 - 750	15° - 17°	6° - 8°	0.020	30
Ocel 100 kg/mm ²	750 - 1000	14° - 16°	6° - 8°	0.015	20

Dělicí pilové kotouče z HSS-Dmo5/ a HSS/Emo5

D	dH7	Přiruba	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T12	T13	T14	T16
mm	mm	mm	BW	BW	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
200 x 1,0	32	100	200	160	130	100		80						
200 x 1,2	32	100	200	160	130	100		80		64				
200 x 1,5	32	90	200	160	130	100		80		64				
200 x 1,6	32	90	200	160	130	100		80		64				
200 x 1,8	32	90	200	160	130	100		80		64				
200 x 2,0	32	90	200	160	130	100		80		64				
200 x 2,5	32	90	200	160	130	100		80		64				
210 x 2,0	32	100	210	160	130	110		80						
225 x 1,2	32	90	220	180	140	120		90	80					
225 x 1,5	32	90	220	180	140	120		90	80					
225 x 1,6	32	90	220	180	140	120		90	80					
225 x 1,8	32/40	90	220	180	140	120		90	80					
225 x 2,0	32/40	90	220	180	140	120		90	80					
225 x 2,5	32	90	220	180	140	120		90	80					
250 x 1,0	32	100	250	200	160	128	110	100		80	64			



PŘEDNOSTI:

- vysoká tuhost a geometrická přesnost
- plynule stavitelné posuvy ve všech 3 osách pomocí frekvenčního měniče
- kalené vodící plochy
- natáčivá vřetenová hlava s výsuvnou pinolou
- sousledné frézování v podélné ose
- automatické pracovní cykly v podélné ose s poklesem konzoly (zvláštní provedení)
- jednoduchá obsluha
- centrální mazání
- kompaktní uspořádání stroje
- povrchová úprava speciálními olejivzdornými laky

PROVEDENÍ STROJE

Standardní provedení:

- podélný stůl o rozměrech 360 × 1400 mm
- vřeteno s kuželem ISO 50
- základní řada otáček vřetene 31,5 - 1400 ot./min.
- strojní posuvy X,Y,Z (plynule stavitelné posuvy)
- ruční kola na osách X,Y a Z s odměřovacími číselníky s dělením 0,02 mm
- pohony pro připojení zvláštního příslušenství
- sousledné frézování v podélné ose
- elektrovýzbroj pro napětí 400 V/50 Hz
- nátěr stroje - modrá a šedá barva odstín RAL 5010/RAL 9002

Technické údaje		VS 40-420 Castor
Vrtací průměr do oceli 600 Mpa	mm	40
Vrtací hloubka	mm	220
Kužel ve vřetenu	MORSE	4
Ukazatel hloubky vrtání		stupnice
Doraz hloubky vrtání		přesné nastavení
Upínací plocha stolu – vodorovně	mm	600 x 490
T – drážky		3 x š 14, rozteč 112
Vzd. vřetena od up. plochy stolu max-min	mm	1000 / 180
Vyložení vřeteníku	mm	305
Průměr sloupu	mm	140
Svislý pohyb vřeteníku	mm	180
Svislý pohyb konzoly se stolem	mm	440
Výškové nastavení stolu a vřeteníku		ozubeným hřebenem
Otáčky vřetena		-
- počet stupňů		12
- rozsah otáček	ot/min	56 – 2800
Směr otáčení vřetena		pravé – levé
Primární převod		pružný (kl. řemen)
Posuvy		ruční / strojní
- počet stupňů		4
- rozsah posuvů	mm/ot	0,11 – 0,45
Typ spojky		elektromagnetická
Max. axiální tlak na vřeteno	N	11000
Motor	V	3 x 400
Elektromotor otáčky/ výkon	ot/min/kW	1400 / 2,2
		-
Chlazení		obj. 20l, č.v. 30l/ min
Max. rozměr stroje (Š x D x V)	mm	730 x 1130 x 2100
Hmotnost stroje (ntto/btto)	kg	660 / 725
Rozměry obalů (Š x D x V)	mm	1250 x 730 x 2200

Doporučené řezné podmínky vrtáků													
Obráběný materiál		Řezná rychlost [m/min]	Posuv v setinách mm pro průměr vrtáku										
			2	5	8	10	12	16	20	25	30	40	63
Uhlíková ocel	do 50 kp/mm ²	20-30	4	11	16	20	22	26	28	30	35	45	50
	do 70 kp/mm ²	15-25	4	11	16	20	22	26	28	30	35	45	50
	do 90 kp/mm ²	12-22	3	7	12	14	16	20	22	25	28	32	40

Doporučené řezné podmínky pro závitníky		
Obráběný materiál	Řezná rychlost [m/min] pro stoupání závitu	
	Přes 1,75 mm	Do 1,75 mm
Ocel pevnosti do 50 kp/mm ²	8-12	12-15
Ocel pevnosti do 80 kp/mm ²	6-10	10-12
Ocel pevnosti do 100 kp/mm ²	4-7	7-10
Ocel pevnosti přes 100 kp/mm ²	2-4	4-6

Doporučené předvrtání otvorů pro závity

Metrický závit						Whitworthův závit		
závit	stoupání	vrták	závit	stoupání	vrták	závit	z/1"	vrták
M 2	0,4	1,6	M 11	1,5	9,5	W 3/32"	48	1,75
M 2,2	0,45	1,75	M 11	1	10,0	W 1/8"	40	2,4
M 2,5	0,45	2,05	M 11	0,75	10,2	W 5/32"	32	3,0
M 2,5	0,35	2,15	M 12	1,75	10,2	W 3/16"	24	3,5
M 3	0,5	2,5	M 12	1,5	10,5	W 7/32"	24	4,3
M 3	0,35	2,65	M 12	1,25	10,8	W 1/4"	20	4,9
M 3,5	0,6	2,9	M 12	1	11,0	W 5/16"	18	6,4
M 5,5	0,5	5,0	M 16	1,5	14,5	W 7/8"	9	19,0
M 6	1	5,0	M 16	1	15,0	Trubkový závit		
M 6	0,75	5,2	M 17	1	16,0			